

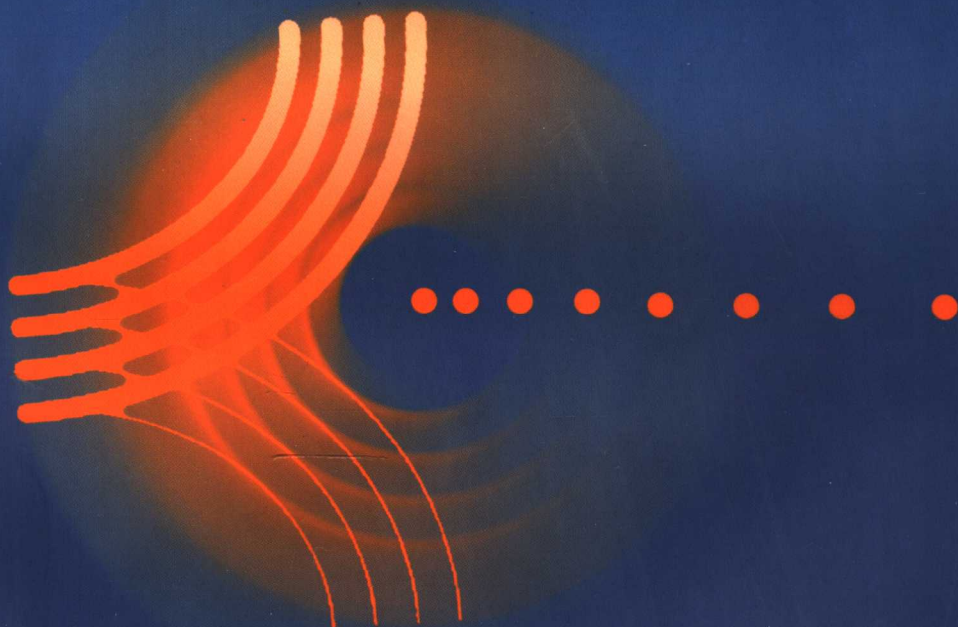
2

计量检测人员培训教材

计量技术基础

国家质量监督检验检疫总局计量司 组编

黄 涛 主编



中国计量出版社

CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

计量检测人员培训教材

第 2 分册

计量技术基础

国家质量监督检验检疫总局计量司 组编

黄 涛 主编

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

计量技术基础/黄涛主编. —北京: 中国计量出版社, 2007. 5

计量检测人员培训教材

ISBN 978-7-5026-2606-8

I. 计… II. 黄… III. 计量—技术培训—教材 IV. TB9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 034853 号

内 容 提 要

本书是《计量检测人员培训教材》的第 2 分册, 系统介绍计量技术基础知识。内容包括: 计量技术概述、通用计量术语、法定计量单位、测量不确定度评定、检定与校准、计量标准、实验室的建设与管理。

本书可供大专院校计量专业的师生, 计量检定、校准和测试实验室以及其他企、事业单位的计量技术人员学习参考。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010) 64275360

<http://www.zgjl.com.cn>

北京市密东印刷有限公司印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787mm×1092mm 16 开本 印张 11.5 字数 264 千字

2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷

*

印数 1—3 000 定价 (平装): 28.00 元

总 序

计量是关于测量的科学，是实现单位统一、量值准确可靠的活动。通过计量获得的测量结果是人们认识自然、利用自然和改造自然的重要信息工具。实际上，计量已渗透到各行各业，成为支持经济社会有序运行和可持续发展的必要条件，也是推动科技创新、提高综合国力、实现国民经济又好又快发展的重要手段。

21 世纪头 20 年是我国经济社会发展的重要战略机遇期。对计量工作而言，既有难得的发展机遇，也面临着巨大的挑战和考验。科学技术的迅猛发展，对作为技术创新基础的检测技术和计量保证能力产生了巨大的需求；经济结构的战略性调整和技术创新能力的明显增强，对现有的计量基标准和量值传递、量值溯源体系提出了一系列新的要求。目前，计量检测工作的内容和运作方式发生了较大的变化，计量仪器、测量手段、检测技术有了很大进步，出现了很多新型的、多参数的、多功能的测量设备和仪器；国家计量检定规程和国家计量技术规范有许多进行了修订；计量检测人员新老交替，国家对从事计量检定、校准、检验、测试等计量技术工作的专业技术人员已实行注册计量师制度。

为了加强计量专业技术人员的培训，提高计量专业技术人员素质，推动注册计量师制度的实施，我们组织有关专家编写了《计量检测人员培训教材》。这套教材涵盖了长度、热工、力学、电磁、电子学、时间频率、光学、电离辐射、声学、化学等十大计量，并介绍了计量管理和计量技术基础知识，内容丰富，知识新颖。我相信，《计量检测人员培训教材》的编撰和出版，对提高计量专业技术人员的素质，推动注册计量师制度的实施，必将起到积极的作用。

国家质量监督检验检疫总局副局长



2007 年 4 月

《计量检测人员培训教材》编审委员会

主 任：宣 湘

副 主 任：童光球 刘新民 宋 伟 马纯良

委 员：（按姓氏笔画排序）

马凤鸣	马肃林	于 靖	王建平	王顺安
邓媛芳	刘国普	艾明泽	邵 力	陈 红
陆志方	陆祖良	张益群	周伦彬	钟新明
郭洪涛	黄 涛	程新选	蔡新泉	薛润秋

第2分册《计量技术基础》编委会

主 任：黄 涛

副 主 任：孙 达

委 员：（按姓氏笔画排序）

山毓俊	车 轩	孙 达	刘 迎	邢志红
刘 琤	刘 莉	刘艳明	张 夕	金月红
顾 亮	臧立新			

计量检测人员培训教材

- | | |
|---------|----------|
| 第 1 分册 | 《计量管理基础》 |
| 第 2 分册 | 《计量技术基础》 |
| 第 3 分册 | 《长度计量》 |
| 第 4 分册 | 《温度计量》 |
| 第 5 分册 | 《力学计量》 |
| 第 6 分册 | 《电磁计量》 |
| 第 7 分册 | 《无线电计量》 |
| 第 8 分册 | 《光学计量》 |
| 第 9 分册 | 《电离辐射计量》 |
| 第 10 分册 | 《声学计量》 |
| 第 11 分册 | 《时间频率计量》 |
| 第 12 分册 | 《化学计量》 |

前 言

随着经济的发展和科学技术的进步,计量在科研、工业、贸易和日常生活中的作用越来越重要。同时,社会、经济、科技的发展对计量工作的需求日益提高,对计量从业人员的技术水平要求也愈来愈高。

本书是《计量检测人员培训教材》第2分册,内容共分六章。前四章分别介绍了计量技术、术语、计量单位、测量不确定度、检定与校准等计量技术基础知识;第五章围绕《计量标准管理办法》和JJF 1033—2001《计量标准考核规范》,介绍了建标准备、建标申请、计量标准考核及计量标准维护等;第六章介绍实验室认可和法定计量技术机构考核的要求及相关知识。

本书第一章由车轩、刘琤撰稿,刘艳明、刘迎参与编写;第二章由金月红撰稿,刘莉参与编写;第三章由臧立新撰稿,山毓俊参与编写;第四章由金月红撰稿;第五章由顾亮、张夕撰稿;第六章由孙达、邢志红撰稿。

在本书编写过程中得到中国计量出版社有关领导及责任编辑李素琴的指导,辽宁省计量科学研究院部分同事也给予大力支持,在此表示衷心的感谢。

本书中若有不当之处,希望广大读者批评指正。

编著者

2006年10月

目 录

第一章 综 述	(1)
第一节 概 述	(1)
一、计 量	(1)
二、我国计量的发展史	(2)
三、计量的技术特性	(3)
四、计量的地位与作用	(4)
第二节 计量技术的领域范畴	(6)
一、计量学研究对象	(6)
二、计量的分类	(6)
三、计量科技的主要领域	(7)
第三节 计量技术常用术语	(12)
一、计量学和测量	(12)
二、量和单位	(13)
三、测量结果	(16)
四、测量仪器	(19)
五、测量标准、法制计量和计量管理	(20)
第四节 计量法律、法规和规章	(22)
一、计量法律	(22)
二、计量法规和规章	(22)
 第二章 计量单位	 (26)
第一节 概 述	(26)
第二节 量 量制 量纲	(27)
一、量	(27)
二、量制和量纲	(30)
第三节 单位和单位制	(32)
一、[计量] 单位	(32)
二、[计量] 单位制	(33)
第四节 国际单位制	(35)
一、国际单位制 (SI) 的概念	(35)
二、国际单位制 (SI) 特点	(35)
三、国际单位制的构成	(36)

四、制外单位	(40)
五、国际单位制的使用方法	(40)
第五节 法定计量单位	(41)
一、法定计量单位的概念	(41)
二、实现基本单位的技术	(43)
三、法定计量单位使用方法及规则	(44)

第三章 测量不确定度评定

第一节 统计学基础知识	(48)
一、概述	(48)
二、概率	(49)
三、随机变量	(49)
四、分布	(50)
五、随机变量的特征值	(52)
六、中心极限定理	(53)
第二节 误差与不确定度	(54)
一、误差	(54)
二、测量不确定度	(56)
三、测量不确定度与测量误差的区别	(58)
四、测量不确定度与测量误差的联系	(59)
第三节 测量不确定度评定与表示	(60)
一、方差合成定理	(60)
二、数学模型	(61)
三、最佳估计值的计算	(63)
四、不确定度的评定	(64)
五、合成标准不确定度的评定	(77)
六、扩展不确定度的计算	(85)
七、测量不确定度在测量结果表示中的要求	(86)
八、测量不确定度报告的编写要求	(89)
九、测量不确定度在测量结果合格与否判定中的应用	(90)
第四节 测量不确定度报告的编写示例	(92)
一、电阻测量	(92)
二、材料抗拉强度的测量	(94)
三、游标卡尺的校准	(96)
四、水表校准	(98)
五、微生物含量的重复测量	(102)
第五节 数据修约	(103)

第四章 检定与校准	(106)
第一节 量值传递与溯源	(106)
一、量值传递	(106)
二、量值传递的方式	(108)
三、量值溯源	(112)
四、量值比对	(115)
第二节 计量检定	(118)
一、计量检定的概述	(118)
二、国家计量检定系统表（国家溯源等级图）	(122)
三、计量器具检定规程	(124)
四、计量法制检定	(128)
五、计量检定印、证	(130)
第五章 计量标准	(132)
第一节 概 述	(132)
第二节 建标方案的确定	(134)
第三节 建标准备	(135)
一、设备量值溯源	(135)
二、保障环境条件	(135)
三、配备人员	(135)
四、制定管理制度	(135)
第四节 计量标准试运行	(136)
一、计量标准的测量不确定度评定	(137)
二、对评定出的计量标准测量不确定度进行验证	(137)
三、计量标准的测量重复性考核	(138)
四、计量标准的稳定性考核	(139)
第五节 计量标准考核申请	(139)
一、计量标准考核申请的类别	(139)
二、计量标准考核申请需要提供的材料	(140)
三、申请材料的填写	(141)
第六节 计量标准考核	(146)
一、计量标准考核申请资料的审查	(146)
二、计量标准考核的组织和实施	(147)
三、计量标准考核的内容和评审	(148)
第七节 计量标准的运行与维护	(150)
一、计量标准器及其配套设备	(150)

二、环境条件	(151)
三、人员	(151)
四、管理制度	(151)
第八节 计量标准的复查	(151)
一、计量标准复查的申请	(151)
二、计量标准的复查考核	(152)
第九节 计量标准的更换、封存和撤销	(152)
一、计量标准的更换	(152)
二、计量标准的封存与撤销	(153)
第六章 实验室的建设与管理	(154)
第一节 实验室的环境条件及设备管理	(154)
一、实验室的环境条件	(155)
二、环境条件的监控	(156)
三、实验室的设备管理	(156)
第二节 实验室质量管理体系的建设	(157)
一、几个相关概念	(157)
二、质量管理体系的建立	(159)
三、体系文件	(164)
第三节 体系的运行	(168)
参考文献	(170)

第一章

综 述

第一节 概 述

一、计 量

“计量”一词是新中国成立后不久，1953 年被确认采用的，它取代使用了几千年的“度量衡”，并被赋予更广泛的内容。

要了解计量的含义，首先要了解“测量”的含义，以及它们之间的相互关系。随着人类社会的发展，人们为了把客观世界的特性用数量来表达，就产生了测量。也就是说从人类认识物质世界的时候起就有了测量。然而测量的含义是什么呢？按照 JJF 1001—1998《通用计量术语及定义》，测量被定义为：“以确定量值为目的的一组操作。注：(1)操作可以是自动地进行的。(2)测量有时也称作计量。”为了和“测量”的概念区别，JJF 1001—1998 中计量定义为“实现单位统一和量值可靠的活动。”

现代计量的操作过程中，不同的量或不同量值的同一种量，根据其特点和准确度要求不同，要应用相应的测量原理和测量方法，选用不同的测量器具和数据处理方法，即现代计量是一门科学，称为计量学。国际计量局(BIPM)、国际电工委员会(IEC)、国际标准化组织(ISO)、国际法制计量组织(OIML)联合制定的《国际通用计量学基本名词》中，定义计量学(metrology)为有关测量的知识领域。包括有关测量的所有理论与实践的各个方面，而不论测量的准确度如何，以及它在什么科学技术领域内进行。

根据这个定义,计量学就是有关测量的科学,JJF 1001—1998 采用了这种定义描述。在不引起误解的时候,计量学可简称为“计量”,此时“计量”是指测量的理论和实践,而不能仅仅是“一组操作”,讲到相应的“操作”,就是测量,就是特定目的的测量,包括“检定”、“校准”、“定值”、“定度”、“定标”等。专门从事测量理论研究与应用工作的机构,称为计量院、计量所、计量站、计量室等,其工作人员称为计量人员、计量检定人员等。

总之,从定义上讲计量是一种特殊的测量,是一门科学——计量学。在实际应用中,有时计量和测量混用,无严格区别。计量可引申为是指测量本身,计量也是指一种工作或一项事业。

二、我国计量的发展史

计量的发展,大体可分为以下 3 个阶段。

1. 古典计量阶段

古典计量阶段,是以权力和经验为主的初级阶段,没有或者没有充分的科学依据。

我国古代计量的基本内容是“度量衡”,度指的是长度,量指的是容积,衡指的是重量。表示这三种物理量的“度量衡”的名称,最早见于《尚书·舜典》的“协时月正日,同律度量衡”的说法。早在原始社会后期,由于生产力的逐渐提高,开始出现社会分工。从我国陕西半坡村发掘的一个原始村落的遗址来看,屋基排列整齐,方圆有致,若没有一定的计量保证,显然是不可能的。奴隶社会时期,生产力进一步提高,商品生产不断扩大,原始计量已逐渐形成。在我国,关于大禹治水的故事,是古代水利工程的佳话,夏禹治理水患就使用了规矩准绳。封建社会时期,铁器和耕牛已普遍使用,生产力更加提高,计量亦随之有了较快的发展。特别是公元前 221 年,秦始皇统一中国后,即颁布诏书,以最高法律的形式统一了全国的度量衡制度,使我国古代计量进入了一个新的历史时期,对封建社会的发展起了重要的作用。

在古典计量阶段,作为计量水平主要体现的计量基准是相当简陋的,有以人体的某一部分为基准的,有以动物的丝毛或某些能力为基准的,有以植物果实为基准的,还有以乐器等为基准的。

2. 经典计量阶段

从世界范围看,1875 年“米制公约”的签订,可认为是经典计量阶段的开始。随着社会生产力的发展、科学技术的进步,计量基准已开始摆脱人体、自然物体的范畴,进入了以科学为基础的发展阶段。

由于科技水平的限制,这个阶段的计量基准,都属于宏观器具。例如,根据地球子午线的长度的四分之一的一千万分之一,用铂铱合金制造的米原器;根据 1dm^3 的水在密度最大时的质量,用铂铱合金制造的千克原器;根据地球围绕太阳的转动周期而确定的秒;根据两通电导线之间产生的力来定义的安培;根据水三相点热力学温度确定的开尔文等,都是宏观实物基准。

这类基准,随着时间的推移,由于物理的、化学的以及使用中的磨损等原因,难免发生微小的变化。另外,受原理和技术的限制,该类基准的精度亦难以大幅度提高,以致不

能满足日益发展的现代计量的需要。因此,便不可避免地出现了关于建立更加稳定、更加精确的新的计量基准的要求,从而使计量进入一个新的发展阶段。

3. 现代计量阶段

现代计量阶段的基本标志是由经典理论转向量子理论,由宏观实物基准转向微观量子基准。

建立在量子理论基础上的微观量子基准(亦称自然基准),比宏观实物优越得多,更准确、更稳定可靠。因为,根据量子理论,微观世界的量,只能跳跃式的改变,而不能发生任意的微小变化;同时,同一类物质的原子和分子都是严格一致的,不随时间和地点而改变。这就是微观世界的所谓稳定性和齐一性。量子基准就是利用了微观世界所固有的这种稳定性和齐一性而建立的。

迄今为止,国际上已正式建立的量子计量基准有长度单位米基准、时间单位秒基准、电压单位伏特基准和电阻单位欧姆基准,其他某些重要的计量基准,如质量基准、电流基准等,也正处于向量子基准过渡的积极探索之中。

当然,已经建立的量子计量基准,随着科技的进步,亦在不断地完善和发展。

上述的计量发展阶段,是根据计量所依据的基本理论、物质技术基础和发展趋势而划分的,难以截然分开。在日常的实际计量工作中,当前乃至将来,普遍应用的仍是宏观实物计量器具,但其计量性能由于溯源到基本量和主要导出量的量子计量基准而得到明显改善,从而使整体计量水平显著提高。

值得一提的是,新中国成立后,党和政府十分重视计量工作,我国的计量工作进入了一个新的发展时期。计量管理实现了从度量衡到现代计量管理的发展;计量技术实现了从尺、升、斤的校正到十大计量专业量值统一的发展;计量制度实现了从市英制共存到采用国际单位制的发展。从1949年建国到现在,中国计量工作不断地向前发展,所取得的成就是过去几千年的度量衡业绩无法相比的,这得益于科技进步,改革开放和社会主义制度。

《中华人民共和国计量法》的颁布执行,是我国的计量工作向法制管理方向发展的一个重要转折。1986年7月1日计量法正式实施,这一天人民日报发表评论员文章《认真执行计量法》。1985年10月中国被吸收为国际法制计量组织(OLML)主席团理事会成员。

可以说,我国几千年的文明史,也包含着—部量和单位制及其管理的计量发展史。然而无论是古代还是近代,计量的范畴都局限在“度量衡”,只是到了现代由于科技的快速发展和工业化的需求促进,才形成现代计量。总之,计量伴随着人类改造自然而出现,计量伴随着社会生产力的发展,生产关系的变化而变化和发展。作为现代计量人员应该对我国计量的历史有个概括的了解。

三、计量的技术特性

计量是一项非常复杂的社会活动,是通过技术的和法制的手段,实现测量的单位统一和量值准确可靠,是技术与管理的结合体。其基本特性可归纳为准确性、一致性、溯源性及法制性等4个方面。

1. 准确性

准确性是计量的基本特点,它表征的是测量结果与被测量真值一致的程度。量值的准

确可靠,是计量的目的和归宿。“准”是计量工作的核心,一切计量科学技术研究的目的,最终是要达到所预期的某种准确度。严格地说,只有量值,而无准确程度的结果,不是计量结果。为了保证计量的准确性,首先要建立准确可靠的计量标准、通过检定或校准,把量值传递到所使用的每台测量设备。

2. 一致性

一致性是指在统一计量单位的基础上,无论在何时、何地,采用何种方法,使用何种计量器具,以及由何人测量,只要符合有关的要求,其测量结果就应在给定的区间内一致。计量失去了一致性,也就失去了存在的价值。我国实行以国际单位制为基础的法定计量单位制,就是保证计量更好地体现和发挥一致性的作用。

3. 溯源性

溯源性是指任何一个测量结果或计量标准的值,都能通过一条具有规定不确定度的连续的比较链,与计量基准联系起来。正是计量的这种特征,使所有的同种量值,都可以按这条比较链通过校准向测量的源头追溯,也就是溯源到同一个计量基准(国家基准或国际基准)。也就是任何量值均能追溯到“源”头。量值的基准,是确保计量活动结果能满足量值的准确可靠和统一的基础。

4. 法制性

量值的准确可靠不仅依赖于科学技术手段,还要有相应的法律、法规和行政管理,特别是对国计民生有明显影响的计量,诸如社会安全、医疗保健、环境保护以及贸易结算中的计量,必须由政府主导建立起法制保障。否则,量值的准确性、一致性及溯源性就不可能实现,计量的作用也难以发挥。计量的法制性一方面体现在计量依法监督管理,即计量的法制管理,另一方面也体现在法定的计量机构出具的证书、报告及给出的测量结果具有法律效力。计量作为一门科学,与法律、法规和行政管理紧密结合的程度,在其他学科中是少有的。

四、计量的地位与作用

人类在认识自然、利用自然、改造自然的过程中,也在认识计量、利用计量和改造计量。从古代的度量衡到现代计量,计量经历了几千年的发展历程,从满足人类生活、商贸、生产需要,到适应社会进步、科技进步、生产力进步,计量的形式和内容,计量的“量”和“质”都发生了根本性的变革,计量已发展成为一门综合性的学科,成为现代科学技术的重要组成部分。每一个国家,无论其社会制度如何,都离不开计量。计量对科学技术、国防建设、人民生活、国际贸易等,都有重要的意义并能发挥重要的作用。

1. 计量与科学技术

众所周知,科学技术是人类生存和发展的一个重要基础。没有科学技术,便不可能有人类的今天。其实,计量本身就是科学技术的一个重要组成部分。任何科学技术,都是为了探讨、分析、研究、掌握和利用事物的客观规律;而所有事物都是由一定的“量”组成,并通过“量”来体现。为了认识“量”并确切获得其量值,只有通过计量。从经典的牛顿力学到现代的量子力学,各种定律、定理都是通过观察、分析、研究、推理和实际验

证才被揭示、承认和确立。计量正是上述过程的重要技术基础。

历史上三次大的技术革命，都充分地依靠了计量，同时也促进了计量的发展。以蒸汽机的广泛应用为主要标志的第一次技术革命，导致以机器为主的工厂取代以手工为基础的作坊，使生产力得以迅速提高，进而确立了资本主义的生产方式。当时，经典力学和热力学是社会科技发展的重要理论基础。以电的产生和应用为基本标志的第二次技术革命，更加推动了社会生产力的发展。欧姆定律、法拉第电磁感应定律以及麦克斯韦电磁波理论等，为电磁现象的深入研究和广泛应用、电磁计量和无线电计量的开展，提供了重要的理论基础。随着量子力学、核物理学的创立和发展，电离辐射计量逐渐形成。核能及化工等的开发与应用，导致了第三次技术革命。计量的宏观实物基准逐步向量子基准过渡。频率和长度的精密测定，促进了现代科技的发展。原子频率基准和米的新定义的形成，有着相当重要的意义。

总之，科学技术的发展，特别是物理学的成就，为计量的发展创造了重要的前提，同时也对计量提出了更高的要求，推动了计量的发展；而计量的成就，又促进了科技的发展。正如门捷列夫所说，没有计量，就没有科学。

2. 计量与国防建设

计量对国防，特别是尖端技术的重要性，尤为突出。国防尖端系统庞大复杂，涉及的科学技术领域广、技术难度高，要求计量的参数多、精度高、量程大、频带宽。对国防尖端技术系统来说，工作环境比较特殊，往往要在现场进行有效的计量测试，难度较大。例如，飞行器在运输、发射、运行、回收等过程中，要经历一系列诸如振动、冲击、高温、低温、高湿度、强辐射等恶劣环境，所以对计量都有特殊的要求；对于发动机的研制，由于计量测试提供了所需的数据，保证了各种部件、分系统和整个系统的可靠性；同时，计量还可以缩短研制周期，节约大量人力、物力和时间。

可见，在国防建设中，计量测试是极其重要的技术基础，具有明显的技术保障作用，不仅可以节约资金、争取时间，而且还能为指挥员的判断与决策提供可靠的依据。

3. 计量与人民生活

计量对人民生活的作用是相当明显的。可以说，人的一切活动都离不开计量。

商品的生产和交换，是当代社会的一个特点，人们对交换则更加敏感。如，日常买卖中的计量器具是否准确，家用电度表、煤气表和水表是否合格，以至公共交通的时间是否准确，都直接关系到人们的切身利益。在食品加工过程中，往往要加入一些添加剂，它们是否危害人们的健康，离不开计量测试。近年来，随着城市的迅速发展，各种污染日趋严重，对诸如大气、水质以及噪声等进行有效的计量监测越来越重要。在医疗卫生方面，计量测试的作用亦越来越明显。现代医学对疾病的预防、诊断和治疗，都离不开计量测试。

4. 计量与国际贸易

在国际贸易中，计量正在发挥着越来越重要的作用。对于出口的商品，如果测量的准确度提高，我国不仅可获得明显的经济效益，而且可以提高我国的计量声誉。对进口商品的数量、品质的测试也很重要。人们越来越认识到，计量是保证产品品质、提高商品的市场竞争力的重要措施。对于国际贸易，计量更是消除贸易技术壁垒的重要手段。

第二节 计量技术的领域范畴

一、计量学研究的对象

计量学作为一门科学,研究的对象主要是物理量。随着生产的发展,科学技术的进步,计量学研究的内容不断丰富,目前已突破传统的物理量的范畴,扩展到化学量和工程量,乃至生理量和心理量。计量的内容也在不断地扩展和充实,通常概括为9个方面:计量单位及计量标准的建立、复现、维护、保存和使用;计量器具的计量特性评定;量值传递与量值溯源的方法;基本物理常数、常量的准确测定;标准物质特性的准确测定;测量理论和测量结果处理方法;计量法制和管理;计量人员进行计量的能力培养与考核方法;与测量有关的理论、方法和实际应用问题等。

就学科而论,计量学又可分为:

(1) 通用计量学——涉及计量的一切共性问题而不针对具体被测量的计量学部分。例如,关于计量单位的一般知识(诸如单位制的结构、计量单位的换算等),测量误差与数据处理,测量不确定度、计量器具的基本特性等。

(2) 应用计量学——涉及特定计量的计量学部分。通用计量学是泛指,不针对具体的被测量;应用计量学则是关于特定的具体量的计量,如长度计量、频率计量等。

(3) 技术计量学——涉及计量技术,包括工艺上的计量问题的计量学部分。例如,自动测量、在线测量等。

(4) 理论计量学——涉及计量理论的计量学部分。例如,关于量和计量单位的理论、测量误差理论等。

(5) 品质计量学——涉及品质管理的计量学部分。例如,关于原料、材料、设备以及生产中用来检查和保证有关品质要求的计量器具、计量方法、计量结果的品质管理等。

(6) 法制计量学——涉及法制管理的计量学部分。例如,为了保证公众安全、国民经济和社会的发展,根据法律、技术和行政管理的需要而对计量单位、计量器具、计量方法和计量精确度(或不确定度)以及专业人员的技能等所进行的强制管理。

(7) 经济计量学——涉及计量的经济效益的计量学部分。这是近年来人们相当关注的一门边缘学科,涉及面甚广。例如,计量在社会生产体系中的经济作用和地位,计量对科技发展、生产率的增长、产品品质的提高、物质资源的节约、国民经济的管理、医疗保健以及环境保护方面的作用等。

当然,计量学的上述划分不是绝对的,而是突出了某一方面的计量问题。在实际工作中,往往并不、也没有必要去严格区分。

二、计量的分类

国际上趋向于把计量学分为科学计量、工程计量和法制计量三类,分别代表计量的基础、应用和政府起主导作用的社会事业等三个方面。